



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan dan pertumbuhan industri merupakan bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang yang ditujukan untuk menciptakan struktur ekonomi yang kokoh dan seimbang, yaitu struktur dengan titik berat industri maju yang didukung sektor industri yang tangguh. Dengan memasuki era globalisasi, kita dipacu untuk lebih efisien dalam melakukan terobosan-terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pangsa pasar tinggi, daya saing, efektif dan efisien, serta ramah terhadap lingkungan.

Salah satu sektor industri yang saat ini dibutuhkan dan dihasilkan adalah *novolac resin*. Ada dua jenis resin fenol formaldehida (*Phenolic Resin*) yaitu resol dan *novolac* (Hesse, 1991). *Novolac resin* merupakan salah satu jenis resin fenol formaldehida yang merupakan resin sintetik jenis termoset yang banyak digunakan secara luas sebagai lak, pernis, senyawa cetakan, bahan laminating, untuk panel dinding dekorasi, taplak meja, dan bahan perekat khususnya untuk kayu lapis dan *particle board* (Pilato, 2010).

Rumus kimia dari *novolac resin* adalah $C_7H_8O_2$. Resin ini mempunyai kelebihan mudah diwarnai, mudah dibentuk dan dicetak, serta tidak menimbulkan efek racun. Dengan sifat-sifat tersebut *novolac resin* dapat diolah kedalam berbagai bentuk seperti, lembaran, plat, batang dan lain-lain (Tobianson, 1990).

Penggunaan *novolac resin* yang cukup besar disebabkan oleh berkembangnya industri-industri seperti industri mobil, industri plastik, industri perekat, industri cat dan lain-lain (Prasetyanigrum, 2008). Namun kebutuhan *novolac resin* belum dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri, kebutuhan *novolac resin* diperdagangan dunia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Untuk memenuhi kebutuhan *novolac resin* dalam negeri, negara Indonesia masih harus mengimpor.



1.2. Kapasitas Perancangan

Di dalam pemilihan kapasitas pabrik PFR ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

1. Kebutuhan PFR di Indonesia,
2. Ketersediaan bahan baku,
3. Kapasitas yang sudah beroperasi.

Penentuan kapasitas produksi *novolac resin* didasarkan pada kebutuhan *novolac resin* untuk industri di Indonesia. Seperti yang tertera pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1.1. Data Expor Impor Novolac Resin Negara Indonesia

No	Tahun	Ekspor(Ton/thn)	Impor (Ton/thn)
1	2005	3.506,508	12.101,167
2	2006	4.304,203	12.826,799
3	2007	4.191,242	14.090,304
4	2008	4.265,040	23.776,333
5	2009	6.142,421	20.165,152
6	2010	4.143,273	24.526,255
7	2011	2.273,415	38.085,204

(Badan Pusat Statistik Indonesia, 2012).

Berdasarkan Tabel 1.1 ekspor impor *novolac resin* untuk Indonesia dapat dilihat dengan jelas bahwa kebutuhan *novolac resin* mengalami kenaikan yang cukup berarti setiap tahunnya. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan *novolac resin* di Indonesia semakin meningkat. Oleh karena itu produksi *novolac resin* perlu ditingkatkan, dengan tujuan untuk mengurangi impor dan meningkatkan ekspor untuk menambah pendapatan negara.

Berdasarkan kapasitas produksi pabrik *novolac resin* yang telah ada, produksi minimal oleh *Taita Chemical Co. Plant*, Jepang sebesar 15.000 ton per tahun dan kapasitas terbesar diproduksi oleh *Mc. Dowell & Co. Ltd. Jhagadia*, India sebesar 100.000 ton per tahun. Maka dari itu diambil



kapasitas produksi sebesar 40.000 ton per tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Jadi jelaslah, bahwa pendirian pabrik *novolac resin* di Indonesia dapat dilakukan dengan alasan sebagai berikut:

- a) Menyediakan bahan baku bagi industri-industri dalam negeri yang menggunakan bahan baku *novolac resin*.
- b) Meningkatkan pendapatan negara melalui ekspor *novolac resin* untuk memenuhi kebutuhan *novolac resin* dunia.
- c) Merangsang pertumbuhan industri yang menggunakan bahan baku *novolac resin*.
- d) Menambah lapangan kerja.

Dengan pertimbangan di atas, maka sangat tepat sekarang ini untuk mendirikan pabrik *novolac resin* di Indonesia.

1.3. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam pendirian suatu pabrik. Hal ini menyangkut kelangsungan pabrik dari segi operasional dan ekonomis pabrik. Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik *novolac resin* dari bahan baku fenol dan formaldehida ini direncanakan didirikan di Barito Kuala, Kalimantan Selatan. Pemilihan lokasi berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

a) Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *novolac resin* yaitu fenol dan formaldehida. Bahan baku fenol dibeli dari PT. Global Makasar Petrocell, Makasar dengan kapasitas produksi fenol 75.000 ton per tahun. Sedangkan formaldehida dibeli dari PT. Binajaya rodakarya dari Barito Kuala, Kalimantan Selatan, dengan kapasitas produksi formaldehida 45.000 ton per tahun. oleh karena itu dipilih lokasi yang dekat dengan pengambilan bahan baku untuk mempermudah pengiriman.



b) Pemasaran

Lokasi pemasaran sangat mempengaruhi harga produk dan biaya transportasi. Letak yang sangat berdekatan dengan pasar utama merupakan pertimbangan yang sangat penting, selain itu pemasaran terbesar di pulau Jawa dan Sumatra.

c) Tenaga Kerja

Penyediaan tenaga kerja mempertimbangkan berbagai hal, meliputi: jumlah, kualitas, besar upah minimum, keahlian, dan produktifitas tenaga kerja. Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat direkrut dari tenaga ahli dan berpengalaman di bidangnya dan tenaga kerja lokal yang berasal dari lingkungan masyarakat sekitar pabrik.

d) Utilitas

Kebutuhan air proses dapat dipenuhi dari pengolahan air sungai Barito dan sungai Kapuas, Barito Kuala, Kalimantan Selatan. Sedangkan sumber listrik dapat dipenuhi dari PLN, di samping itu energi listrik juga dapat diproduksi sendiri menggunakan generator.

e) Sarana dan Prasarana

Sebagai kawasan industri yang lumayan besar di Indonesia, sarana transportasi, telekomunikasi dan prasarana penunjang lainnya di Barito Kuala sangat mendukung berdirinya industri-industri baru.

f) Rencana Pendirian Pabrik Yang Mendukung Industri Lain

Dengan didirikannya pabrik novolac resin, maka diharapkan akan dapat memacu tumbuhnya industri-industri kimia baru Indonesia, khususnya industri kimia yang bahan bakunya dari novolac resin.

g) Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi yang dimaksud adalah sikap masyarakat setempat yang sangat mendukung bagi sebuah kawasan industri terpadu di Barito Kuala, Kalimantan Selatan.

h) Kebijakan Pemerintah

Sesuai dengan kebijaksanaan pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan daerah Kalimantan Selatan sebagai kawasan industri yang



terbuka bagi investor asing. Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan dalam perizinan, pajak dan hal-hal lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

i) Kemungkinan Perluasan Pabrik

Untuk pengembangan ke masa depan perlu dipikirkan kemungkinan adanya perluasan pabrik. Hal ini diatur oleh dinas tata kota sebagai realisasi Barito Kuala menjadi kawasan industri.

j) Iklim

Iklim di daerah ini tidak jauh berbeda dengan iklim di kawasan industri lainnya. Bahkan keadaan iklim/cuaca di daerah ini umumnya baik, tidak terjadi angin rebut, gempa bumi dan banjir. Lalu struktur tanah cukup baik dan ruang untuk perluasan pabrik di masa mendatang cukup besar.

k) Polusi dan Faktor Ekologi

Pemerintah daerah Barito Kuala, Kalimantan Selatan memberlakukan beberapa peraturan mengenai polusi udara dengan cara memberi batasan jumlah emisi udara buang yang dikeluarkan pabrik-pabrik di kawasan industri tersebut.

l) Kondisi Tanah dan Daerah

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar sangat menguntungkan. Selain itu Barito Kuala merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan dan penanggulangan mengenai dampak lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik.

m) Faktor Korosi

Faktor korosi sangat penting jika letak pabrik yang didirikan dekat laut sehingga konstruksi pabrik harus dirancang dengan seksama untuk memperkecil kemungkinan terjadi korosi. Karena terjadinya korosi akan mengganggu kelancaran proses produksi yang akan berhubungan langsung dengan peralatan proses. Barito Kuala merupakan daerah yang sangat dekat dengan laut, maka dari itu faktor korosi sangat mungkin terjadi di daerah tersebut.



n) Penyediaan Unit Perawatan dan Perbaikan

Saat pabrik sudah beroperasi kemungkinan terjadinya kerusakan peralatan sangat besar, jadi saat perancangan pabrik harus dipikirkan untuk membuat unit yang menangani masalah perbaikan dan perawatan peralatan.

o) Sarana Penunjang Lain

Barito Kuala sebagai kawasan industri telah memiliki fasilitas terpadu seperti perumahan, sarana olahraga, sarana kesehatan, sarana hiburan dan lainnya. Meskipun nantinya perusahaan harus membangun fasilitas-fasilitas untuk karyawannya sendiri tapi untuk mengurangi biaya awal pendirian pabrik maka bisa digunakan fasilitas terpadu tersebut.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, maka dipilih lokasi pabrik berada di Barito Kuala, Kalimantan Selatan.

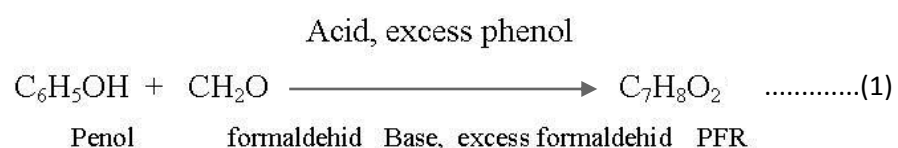
1.4. Tinjauan Pustaka

Polimer sintesis yang pertama digunakan dalam skala komersial adalah resin fenol formaldehida. Dikembangkan pada permulaan tahun 1900-an oleh kimiawan kelahiran Belgia, Leo Backeland (Stevan, 1995).

1.4.1. Macam-Macam Proses

Resin fenol- formaldehida biasanya dipreparasi melalui dua metode yang berbeda. Pertama melibatkan katalis asam dengan menggunakan fenol yang berlebih terhadap formaldehida. Dalam hal ini, produk awalnya disebut *novolac resin*, dan yang kedua melibatkan katalis basa dengan formaldehida yang berlebih terhadap fenol. Produk yang dibentuk disebut dengan resol (Hesse, 1991).

Reaksi yang berlangsung sebagai berikut:

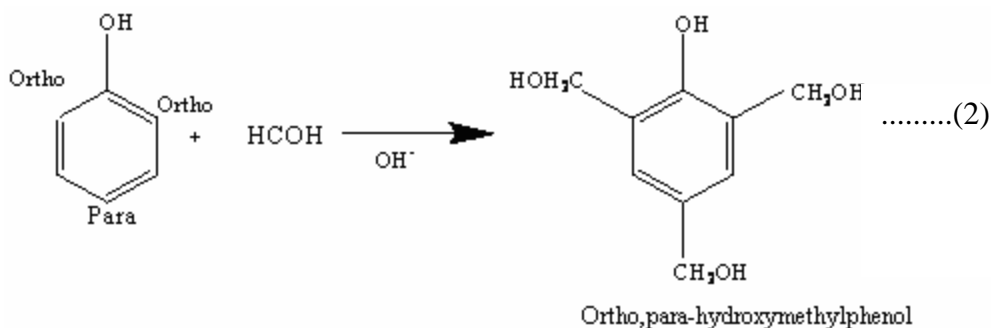




a) Polimer Fenol-Formaldehida, Resol

Resol merupakan produksi reaksi antara fenol-formaldehida berlebih dalam kondisi basa. Di bawah kondisi demikian fenol sebagai anion yang terstabilkan rasonansi. Tahap pertama dalam polimerisasinya melibatkan reaksi adisi anion formaldehida untuk memberikan *metilol phenol* tersubstitusi *orto*- dan *para*-. Dikarenakan fenol sangat reaktif, reaksi-reaksi *monoadisi* sederhana sangat jarang, sebagai gantinya suatu campuran dari *monometilol phenol*, *dimetilol phenol* dan *trimetilol phenol* dibentuk dengan substitusi yang terjadi pada posisi *orto*- dan *para*-. *Metilol phenol* yang mula-mula terbentuk terkondensasi oleh pemanasan untuk memberikan resol, ini merupakan prapolimer dengan berat molekul rendah yang dapat larut dalam basa, selain itu juga mengandung sejumlah besar gugus *metilol phenol* bebas. Resol-resol tersebut merupakan campuran yang rumit dari berbagai senyawa.

Reaksinya:



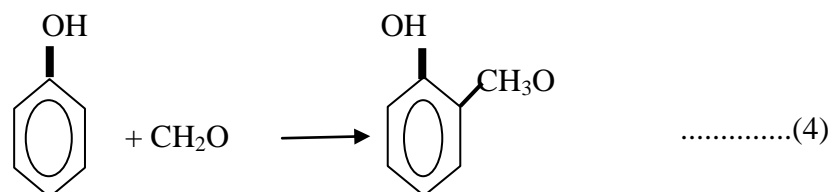
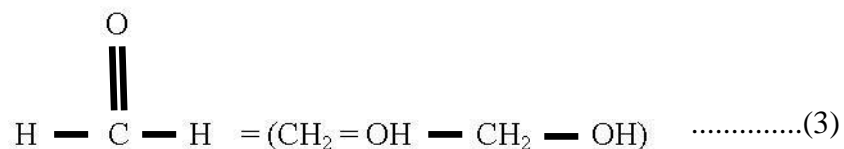
Dalam produksi komersial, resol-resol biasanya diproses menjadi polimer dengan berat molekul tinggi, peristiwa ini disebut sebagai resit yang dengan mudah diefektifkan dengan cara pemanasan. Dalam hal ini biasanya langsung bekerja dengan larutan basa resol atau netral atau larutan dengan sedikit asam. Sebagai contoh, bahan perekat kayu lapis dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan tambahan yang cocok seperti bubuk kayu dengan larutan resol basa. Campuran tersebut kemudian dilapiskan keatas permukaan vernis kayu sebelum ditaruh dalam suatu hot press. Panas dari penekanan tersebut tidak hanya menyebabkan



polimerisasi tetapi juga menguapkan komponen airnya. Pengikatan yang baik sekali dicapai melalui reaksi antara resin dengan konstituen fenol dari kayu tersebut. Lembarab-lembaran tipis kertas yang diimpregnasi dengan resin sering dipakai untuk mengganti larutan perekat yang bersifat basa.

b) Polimer Fenol-Formaldehid, *Novolac*

Katalis asam dengan fenol berlebih menghasilkan suatu produk kondensasi fenol- formaldehida yang sangat berbeda dengan produk yang diperoleh dengan katalis basa. Mekanismenya melibatkan protonasi gugus karbonil (1. 2) yang diikuti oleh substitusi aromatik elektrofilik (1. 3) pada posisi orto- dan para-.



Kondisi operasi harus dijaga dengan baik untuk menekan terbentuknya *novolac* dengan berat molekul rendah. Reaksi berjalan eksotermis yang berarti reaksi menghasilkan panas. Di bawah kondisi asam reaksi selanjutnya terjadi untuk memberikan jembatan metilena. Hasil bersihnya adalah pembentukan tahapan awal polimerisasi, campuran kompleks dari polimer dengan berat molekul rendah dengan cirik, memiliki ikatan metilena para-para, orto-orto, atau orto-para yang acak (Herry, 2001). Jika menggunakan fenol berlebih, reaksi kondensasi berlangsung hingga resin tidak larut (resin) yang mempunyai berat molekul tinggi, sehingga dalam prakteknya jumlah formaldehida yang direaksikan dengan fenol kurang dari jumlah ekuivalen. Produk akhir *novolac* yang dapat larut dan memiliki berat molekul rata-rata yang tergantung pada rasio fenol dibandingkan formaldehida.



Novolac biasanya dibuat dalam kondisi basa, akan tetapi reaksinya dirumitkan dengan kecenderungan percabangan rantai dan proses gelasi (Kirk Othmer, 1989). Perbedaan dasar antara *novolac* dengan resol adalah bahwa *novolac* tidak mengandung gugus-gugus *hidroksimetil* untuk semua tujuan praktis, oleh karena itu tidak bisa dikonversi dengan mudah menjadi polimer melalui pemanasan. Pada proses industri bahan jadi, proses ikat silang dilakukan dengan menambahkan *para-formaldehida* atau *hexametilen tetramin*, suatu zat padat bertitik lebur tinggi (230°C) yang didapatkan melalui reaksi formaldehida dengan ammonia.

1.4.2. Kegunaan Produk

Novolac resin digunakan pada industri otomotif, industri cat, lak, pernis, industri plastik, senyawa cetakan, bahan laminating, untuk panel dinding dekorasi, taplak meja, bahan perekat khususnya untuk kayu lapis dan *particle board*.

1.4.3. Sifat Fisis Dan Kimia Bahan Baku dan Produk

a) Fenol (C_6H_6O)

➤ Sifat fisis (Perry and Chilton, 1984)

Titik didih, °C	: 181,66
Titik lebur, °C	: 40,55
Densitas, kg/L, at 293 K	: 1,07
Tekanan kritis, atm	: 60,48
Temperatur kritis, °C	: 420,55
Panas pembentukan, kkal/gmol	: -10443,45
Panas penguapan, kkal/gmol	: 4940,87
Spesific gravity	: 1,0801

➤ Sifat kimia

- ❖ Dengan dimetil eter atau dietil sulfat dalam media alkali lemah akan membentuk derivat eter yaitu anisol
- ❖ Nitrase fenol dengan HNO_3 encer menghasilkan isomer *orto-para*
- ❖ Direaksikan dengan *broom* menghasilkan *derivat tri broom phenol*



b) Formaldehida (CH_2O)

➤ Sifat fisis (Perry and Chilton, 1984)

Titik didih, °C	: 99,06
Titik lebur, °C	: -91,66
Densitas, kg/L, at 293 K	: 1,0149
Tekanan kritis, atm	: 64,98
Temperatur kritis, °C	: 134,44
Panas pembentukan, kkal/gmol	: -12556,18
Panas penguapan, kkal/gmol	: 2492,99
Spesific gravity	: 0,7563

➤ Sifat kimia

- ❖ Keberadaan katalis basa, formaldehida bisa mengalami reaksi *Cannizzaro*, menghasilkan asam format dan metanol
- ❖ Formaldehida bisa dioksidasi oleh oksigen menjadi asam format, karena itu larutan formaldehida harus ditutup serta diisolasi supaya tidak kemasukan udara (Reuss 2005).

c) Produk (*Novolak resin*, $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_2$)

➤ Sifat fisis (Perry and Chilton, 1984)

Titik didih, °C	: 350
Titik lebur, °C	: 55
Densitas, kg/L, at 293 K	: 0,75
Tekanan kritis, psia	: 49,03
Temperatur kritis, °C	: 487,77
Panas pembentukan, kkal/gmol	: -26976,13
Spesific gravity	: 1,1587

➤ Sifat kimia novolac resin

- ❖ Terurai terhadap asam kuat

1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Pembuatan *novolac resin* dari fenol dan formaldehida merupakan reaksi katalitik fase cair. Reaksi ini merupakan reaksi eksotermis. Reaksi berlangsung didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)



PRARANCANGAN PABRIK RESIN FENOL FORMALDEHIDA
DENGAN KATALIS ASAM SULFAT
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

menggunakan katalis asam sulfat (H_2SO_4), pada suhu 94°C dan tekanan 1 atm.

Pemurnian produk keluar reaktor menggunakan dekanter untuk memisahkan katalis H_2SO_4 , sedangkan untuk mendapatkan produk yang diinginkan menggunakan menara distilasi. Sebagai hasil bawah menara distilasi berupa produk novolac resin ($\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_2$).